

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月    7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 0 0 9 4 9  
Application Number:

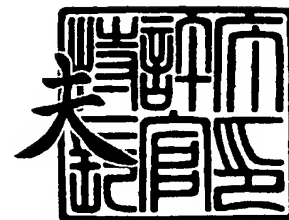
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 0 0 9 4 9 ]

出      願      人                      松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 2 6 1 8

**【書類名】** 特許願

**【整理番号】** 2913040695

**【提出日】** 平成15年 1月 7日

**【あて先】** 特許庁長官殿

**【国際特許分類】** F04F 1/00

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニック  
コミュニケーションズ株式会社内

**【氏名】** 中野 健一

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニック  
コミュニケーションズ株式会社内

**【氏名】** 竹田 雅俊

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000005821

**【氏名又は名称】** 松下電器産業株式会社

**【代理人】**

**【識別番号】** 100097445

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 岩橋 文雄

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100103355

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 坂口 智康

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100109667

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロポンプと試料処理チップ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、前記反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、前記反応剤の側方位置に配設され該反応剤にガスを発生させる反応開始部と、前記ポンプ構造材に設けられ、前記反応剤が発生した所定圧力のガスを前記反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、前記反応開始部の動作を制御する制御部とを備えたマイクロポンプであって

、  
前記チャンネルまたは前記反応チャンバには、ガスの圧力または流速を検出する検出手段が設けられ、該検出手段が検出した信号が前記制御部に送られ、前記制御部が前記反応開始部を前記信号に基づいて圧力または流速を所定の目標値に近づけるように制御することを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 2】 前記検出手段が、ガスの圧力を検出する圧力センサもしくはガスの流速を検出するフローセンサであることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロポンプ。

【請求項 3】 前記検出手段と前記制御部の少なくともいずれか一方が着脱自在であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のマイクロポンプ。

【請求項 4】 制御データを格納した記憶部を備え、前記制御部が前記制御データに従って前記反応開始部を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のマイクロポンプ。

【請求項 5】 反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、前記反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、前記反応剤の側方位置に配設され該反応剤にガスを発生させる反応開始部と、前記ポンプ構造材に設けられ、前記反応剤が発生した所定圧力のガスを前記反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、前記反応開始部の動作を制御する制御部とを備えたマイクロポンプであって

、  
制御データを格納した記憶部を備え、前記制御部が前記制御データに従って前記反応開始部を制御することを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 6】前記制御部が、前記反応開始部に供給する電力と供給時間の少なくとも一方により制御することを特徴とする請求項 4 または 5 記載のマイクロポンプ。

【請求項 7】前記反応剤と前記反応開始部の少なくとも一方が小反応剤もしくは小反応開始部にて構成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のマイクロポンプ。

【請求項 8】前記ポンプ構造材には少なくとも 1 つ以上のメモリ入力要素手段が設けられ、各小反応剤の使用によって該メモリ入力要素手段の ON 信号が入力されるメモリ IC を備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のマイクロポンプ。

【請求項 9】前記メモリ入力要素手段が、前記反応剤の側に設けられ、前記反応剤の反応によって発生する熱によって断線する抵抗体であることを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプ。

【請求項 10】前記反応開始部は前記反応剤を加熱する加熱手段であり、前記メモリ入力要素手段が、前記反応剤の側に設けられ、前記反応開始部によって加えられる熱によって断線する抵抗体であることを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプ。

【請求項 11】前記メモリ入力要素手段が前記反応剤と電極から構成され、該電極によって通電可能性もしくは抵抗値または誘電率を検出して閾値を越えたとき ON 信号が前記メモリ IC に入力されることを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプ。

【請求項 12】前記メモリ IC が前記ポンプ構造材上に設けられ、前記制御部に接続されると前記反応剤の使用未使用情報を出力することを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプ。

【請求項 13】前記反応剤が発生したガスが流れる流路には、前記チャンバ及び前記チャネル内部を流れるガスの圧力が高くなると該流路内からガスを通過させるガス透過膜が設けられたことを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載のマイクロポンプ。

【請求項 14】前記反応剤が発生したガスが流れる流路には、前記チャンバ及

び前記チャンネル内部を流れるガスの圧力の急激な上昇を抑えるための定圧チャンバが設けられたことを特徴とする請求項 1～13 のいずれかに記載のマイクロポンプ。

【請求項 15】請求項 1～14 のいずれかに記載のマイクロポンプと、前記マイクロポンプに積層され、該マイクロポンプから吐出されたガスによって試料供給し、このとき流路制御を行う流路制御チップと、該流路制御チップから供給された試料を処理する処理チップを備え、前記制御部が流路制御及び／または試料の処理の制御を行うことを特徴とする試料処理チップ。

【請求項 16】請求項 4 または 5 記載のマイクロポンプを備えた請求項 15 の試料処理チップであって、前記処理チップには試料の処理状態を検出する検出手段が設けられ、該処理状態が所定の範囲を外れているときに前記制御部が前記反応開始部の制御を中断することを特徴とする試料処理チップ。

【請求項 17】前記流路制御チップと処理チップの少なくとも一方には前記試料の流れの状態及び／または前記試料の圧力及び／または前記反応剤が発生したガスの圧力を検出する検出手段が設けられ、該検出手段が検出した信号に基づいて前記制御部が前記反応開始部の制御を行うことを特徴とする請求項 15 または 16 記載の試料処理チップ。

【請求項 18】前記流れの状態を検出する検出手段が、光学的手段または振動検出手段または流体フローセンサであることを特徴とする請求項 17 記載の試料処理チップ。

【請求項 19】前記圧力を検出する検出手段が、圧力センサであることを特徴とする請求項 17 記載の試料処理チップ。

【請求項 20】前記検出手段が着脱自在であることをと特徴とする請求項 16～19 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 21】前記流路制御チップと前記処理チップとが 1 個のチップに構成されたことを特徴とする請求項 15～20 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 22】前記マイクロポンプと前記流路制御チップとが 1 個のチップに構成されたことを特徴とする請求項 15～20 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 23】前記マイクロポンプと前記流路制御チップと前記処理チップとが 1 個のチップに構成されたことを特徴とする請求項 15～20 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 24】所定の試料を処理する処理チップを装着するとき、前記記憶部に格納された該所定の試料の制御データを目標値として読み出し、該目標値に従って前記反応開始部を制御することを特徴とする請求項 13～23 のいずれかに記載の試料処理チップ。

【請求項 25】請求項 14 のマイクロポンプを備えた試料処理チップであって、前記定圧チャンバが前記ポンプ構造材の表面に開口を形成されるとともに前記ポンプ構造材に取り付けられる構造体を分離したとき前記マイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする試料処理チップ。

【請求項 26】前記ポンプ構造材と前記ポンプ構造材に取り付けられる構造体はシール材をその間に挟んで装着されており、前記シール材の表面に弾性リブが設けられ、前記構造体を分離したとき前記マイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする請求項 25 記載の試料処理チップ。

【請求項 27】前記ポンプ構造材と前記ポンプ構造材に取り付けられる構造体はシール材をその間に挟んで装着されており、前記ポンプ構造材の表面にリブが設けられ、前記構造体を分離したとき前記マイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする請求項 25 記載の試料処理チップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チップ状にして繰返し利用できるマイクロポンプと、このマイクロポンプで安定して試料を送って処理する処理チップを積層した試料処理チップに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近のナノテクノロジーや超微細加工技術の動きは目覚ましく、今後はこうした技術が融合して様々の応用技術に発展することが期待されている。

## 【0003】

このような融合技術の1つとして、半導体チップと微小アクチュエータを一体化した微小電気機械システム (MEMS) 技術、いわゆるマイクロマシンが注目されている。これはLSIと実際の仕事を受け持つアクチュエータを一体化して数mm角のチップに収めるものであり、微小な流体回路とLSI回路を組み合わせることが新たな融合を生むものとして期待されている。

## 【0004】

しかし従来のこうしたチップは、基板上に、マイクロポンプや、その流路、センサ、マイクロバルブ、さらにはこれらを駆動するためのLSI回路が実装容易な配置で単純に組み込まれたもので、いわば1個ごとに使い捨てされるものであった。そして、この流路は概ね管径数 $\mu\text{m}$ ~数百 $\mu\text{m}$ のオーダーであって、マイクロポンプはこの管径の大きさに基本的な影響を受ける。従って、マイクロポンプは、一般のポンプとは隔絶した微小構造でなければならず、さらにチップに実装するために薄型でなければならないし、微小でも搬送力、応答性に優れていなければならない。そして、制御が容易で正確でなければチップの流体回路の要素としては使えない。しかも、実装する前も、実装するときもさらに実装した後も、高いシール性が保たれる必要があるし、組み立てが容易でなければならない。

## 【0005】

そこで、このようなマイクロポンプとして圧電素子を使ったポンプが提案され、その製造方法が提案された (特許文献1参照)。図7は従来のマイクロポンプの構成図である。図7において、101はシリコン基板、102は熱酸化膜、103, 104はガラス基板、105はピエゾ素子、106はパイプ、107は塩化ナトリウム薄層、108は流入液体である。

## 【0006】

このマイクロポンプは、ダイアフラム、流路、及びバルブ部を形成したシリコン基板101をガラス基板103, 104等でサンドイッチした構造を有しており、液体のプライミング性と気泡抜け性を向上、また、経時後も安定した作用が継続しなければならない。そこで、このマイクロポンプを構成後に、水溶性塩類、または多価アルコール類の一種以上を含む液を注入、乾燥させ、マイクロポン



プ内面にこれらの物質を付着させるものである。この内表面部に付着した水溶性塩類、または多価アルコール類が水溶液に対して湿潤性を有しており、ポンプ内へ液体を流入させることがきわめて容易に行え、気泡の排出性も向上するものである。

#### 【0007】

しかし、このマイクロポンプは、シリコン基板101に形成された微小なダイアフラムを更に微小なピエゾ素子105で駆動することによってポンプ作用を奏するため、ポンプ特性は低く、吐出圧も吐出流量も小さい。しかもピエゾ素子105はシリコン基板101に取り付けられている。このような構造が微細で複雑なポンプを使っているときに、吐出する液体を変える場合、ポンプ内部の洗浄が容易でないためマイクロポンプ全体を廃棄せざるを得ないものとなり、高いランニングコストが必要となっていた。

#### 【0008】

マイクロポンプの大きさも基本的にピエゾ素子の大きさに支配されるし、ピエゾ素子でダイアフラムのストロークを上げようとしても限界があり、吐出圧、吐出流量を上げるためには別の駆動源が必要となった。そこで、電気化学反応でガスを発生させる電気化学セル駆動ポンプが注目された（特許文献2参照）。図8は従来の電気化学セル駆動ポンプの構成図である。

#### 【0009】

図8において、111は第1のシート、112は第2のシート、113は第3のシート、114は第1の部屋、115は第2の部屋、116は第1の部屋114に貯蔵した流体、117は第1の部屋114に取り付けた流体供給口、118は第2の部屋115に取り付けたガス導入管、119は電気化学セル、120は電源、121はスイッチである。

#### 【0010】

従来の電気化学セル駆動ポンプは、第1のシート111、第2のシート112、第3のシート113の3枚のシートから構成される袋状体と、電気化学セル119から構成される。このとき第1のシート111には第3のシート113より大きなゴム弾性応力が与えられ、第3のシート113は第2のシート112より

大きなゴム弾性応力をが与えられている。第1のシート111と第2のシート112が流体貯蔵部となる第1の部屋114を形成し、第2のシート112と第3のシート113が気体加圧部となる第2の部屋115を形成する。第1の部屋114に流体吐出口117を設け、電気化学セル119に直流電流を通電することによって発生する気体を第2の部屋115に導入することにより、流体吐出口117から流体を吐出する。

#### 【0011】

この従来の電気化学セル駆動ポンプは、小型・軽量で使用操作性のよい流体供給装置を提供するが、基本的にチップに実装するのに適した構成を備えておらず、マイクロポンプとしてこの電気化学セル駆動ポンプを採用するのは困難である。

#### 【0012】

##### 【特許文献1】

特開平5-306683号公報

##### 【特許文献2】

特開平8-295400号公報

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、微小な流体回路とLSI回路が融合したチップに大きな期待が寄せられているが、こうしたチップに組み込まれるマイクロポンプは一般のポンプとは隔絶した微小構造であるとともに、微小でも搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用が可能であるといった課題が解決されないと機能が果たせない。また、このマイクロポンプは制御が容易で正確でなければチップの流体回路の要素としては使えない。さらに、実装するときまた実装した後も高いシール性が要求されるし、組み立てが容易でなければならない。

#### 【0014】

そして従来提案されたチップは、基板上に、マイクロポンプや、その流路、マイクロバルブ、さらにはこれらを駆動するためのLSI回路が実装容易な配置で単純に組み込まれるだけのもので、いわば1個ごとに使い捨てであり、マイクロポ

ンプや流路、マイクロバルブ等がそれぞれチップモジュールとして組み合わされ、繰返し再利用されるものではなかった。

#### 【0015】

また、(特許文献1)で提案されたマイクロポンプは、微小なピエゾ素子で駆動することによってポンプ作用を奏するため、ポンプ特性は低く、吐出圧も吐出流量も小さい。また、吐出する液体が変わるとマイクロポンプ全体を廃棄せざるを得ないものであったために、高いランニングコストが必要となっていた。

#### 【0016】

さらに、従来の電気化学反応でガスを発生させる電気化学セル駆動ポンプは、袋状体と電気化学セルから構成される。しかし、袋状体を使ってポンプ作用を奏する作動部とするため、基本的構成がチップに実装するのに適した構成でなく、この電気化学セル駆動ポンプをマイクロポンプとして採用するのは困難であった。

#### 【0017】

このように、従来のマイクロポンプを踏襲する限り、数mm角のチップに搭載できる微小構造のマイクロポンプの実現は難しく、搭載を実現するためには新たな発想のマイクロポンプである必要がある。そして、このマイクロポンプは従来のポンプと異なるため、目標とするポンプ特性を安定して示し、搬送する試料と混ざり合ったりせず、制御が容易なものでなければならない。

#### 【0018】

そこで本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用できるマイクロポンプを提供することを目的とする。

#### 【0019】

また本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用できる試料処理チップを提供することを目的とする。

#### 【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明のマイクロポンプは上記課題を解決するためになされたものであって、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤の側方位置に配設され該反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備えたマイクロポンプであって、チャンネルまたは反応チャンバには、ガスの圧力または流速を検出する検出手段が設けられ、該検出手段が検出した信号が制御部に送られ、制御部が反応開始部を信号に基づいて圧力または流速を所定の目標値に近づけるように制御するように構成したものである。

#### 【0021】

本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用できるマイクロポンプを提供することができる。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

上記課題を解決するためになされた第1の発明は、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに収容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤の側方位置に配設され該反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備えたマイクロポンプであって、チャンネルまたは反応チャンバには、ガスの圧力または流速を検出する検出手段が設けられ、該検出手段が検出した信号が制御部に送られ、制御部が反応開始部を信号に基づいて圧力または流速を目標値に近づけるように制御することを特徴とするマイクロポンプであり、検出手段がガスの圧力または流速を検出し所定の目標値に近づけるようにフィードバック制御するため、圧力と流速が所定の安定した特性を有するように制御でき、反応開始部と反応剤が積層化され、微小構造であるためガスの発生反応が高速に行え、応答性に優れ、搬送力が大きく、薄型化できるため他のチップに積層し組み立てるのが容易であり、反応開始部は別体として積層するから繰返し利用できる。

**【0023】**

第2の発明は、検出手段が、ガスの圧力を検出する圧力センサもしくはガスの流速を検出するフローセンサであることを特徴とする請求項1記載のマイクロポンプであり、圧力センサもしくはフローセンサで圧力もしくは流速を簡単に検出できる。

**【0024】**

第3の発明は、検出手段と制御部の少なくともいずれか一方が着脱自在であることを特徴とする請求項1または2記載のマイクロポンプであり、検出手段や制御部が繰り返し使用でき経済的である。

**【0025】**

第4の発明は、制御データを格納した記憶部を備え、制御部が制御データに従って反応開始部を制御することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のマイクロポンプであり、記憶部に格納された所定のプロセスの制御データに従って所定の圧力または流速（目標値）となるように反応剤を反応させることができる。

**【0026】**

第5の発明は、反応チャンバが形成されたポンプ構造材と、反応チャンバに收容され所定圧力のガスを発生する反応剤と、反応剤の側方位置に配設され該反応剤にガスを発生させる反応開始部と、ポンプ構造材に設けられ、反応剤が発生した所定圧力のガスを反応チャンバから吐出口に導くチャンネルと、反応開始部の動作を制御する制御部とを備えたマイクロポンプであって、制御データを格納した記憶部を備え、制御部が制御データに従って反応開始部を制御することを特徴とするマイクロポンプであり、記憶部に格納された所定のプロセスの制御データに従って所定の圧力または流速（目標値）となるように反応剤を反応させることができる。

**【0027】**

第6の発明は、制御部が、反応開始部に供給する電力と供給時間の少なくとも一方により制御することを特徴とする請求項4または5記載のマイクロポンプであり、反応開始部に供給する電力や供給時間により、反応剤に加える総発熱量を

制御することで、所定のプロセスの制御データに従って所定の圧力または流速（目標値）となるように反応剤を反応させることができる。

#### 【0028】

第7の発明は、反応剤と反応開始部の少なくとも一方が小反応剤もしくは小反応開始部にて構成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のマイクロポンプであり、反応速度が高速となり制御性が高くなり、応答性を高めることができる。

#### 【0029】

第8の発明は、ポンプ構造材には少なくとも1つ以上のメモリ入力要素手段が設けられ、各小反応剤の使用によって該メモリ入力要素手段のON信号が入力されるメモリICを備えたことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のマイクロポンプであり、どの反応剤が使用できるかの判断が容易に行え、反応剤を使い切ったときには、メモリICから中央制御部に通知し、利便性を向上させることができる。さらに、メモリは安価であり、ポンプ構造材上にメモリICを搭載しても安価で済み、反応剤の管理がきわめて容易になる。

#### 【0030】

第9の発明は、メモリ入力要素手段が、反応剤の側に設けられ反応剤の反応によって発生する熱によって断線する抵抗体であることを特徴とする請求項8記載のマイクロポンプであり、反応熱で抵抗体を断線させるため反応剤の使用情報が確実なものとなる。

#### 【0031】

第10の発明は、反応開始部は反応剤を加熱する加熱手段であり、メモリ入力要素手段が、反応剤の側に設けられ、反応開始部によって加えられる熱によって断線する抵抗体であることを特徴とする請求項8記載のマイクロポンプであり、反応のために印加する熱で抵抗体を断線させるため反応剤の使用情報が確実なものとなる。

#### 【0032】

第11の発明は、メモリ入力要素手段が反応剤と電極から構成され、該電極によって通電可能性もしくは抵抗値または誘電率を検出して閾値を越えたときON

信号がメモリ IC に入力されることを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプであり、通電可能性もしくは抵抗値または誘電率で反応剤の使用情報を検出するので、構成が簡単で、低価格化でき、検出が容易である。

#### 【0033】

第 12 の発明は、メモリ IC がポンプ構造材上に設けられ、制御部に接続されると反応剤の使用未使用情報を出力することを特徴とする請求項 8 記載のマイクロポンプであり、マイクロポンプ上に反応剤の使用未使用情報を付加することができるので、マイクロポンプ毎の反応剤の管理がきわめて容易になる。

#### 【0034】

第 13 の発明は、反応剤が発生したガスが流れる流路には、チャンバ及びチャンネル内部を流れるガスの圧力が高くなると該流路内からガスを通過させるガス透過膜が設けられたことを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載のマイクロポンプであり、ポンプ構造材を大きくすることなく、内部を流れるガスの圧力を定圧化することができる。

#### 【0035】

第 14 の発明は、反応剤が発生したガスが流れる流路には、チャンバ及びチャンネル内部を流れるガスの圧力の急激な上昇を抑えるための定圧チャンバが設けられたことを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれかに記載のマイクロポンプであり、所定の容量の空間を形成するだけで、ガスの流れによるガスの容積変化が発生しても、きわめて容易に内部を流れるガスの圧力を定圧化することができる。

#### 【0036】

第 15 の発明は、請求項 1 ～ 14 のいずれかに記載のマイクロポンプと、マイクロポンプに積層され、該マイクロポンプから吐出されたガスによって試料供給し、このとき流路制御を行う流路制御チップと、該流路制御チップから供給された試料を処理する処理チップを備え、制御部が流路制御及び／または試料の処理の制御を行うことを特徴とする試料処理チップであり、試料を処理する処理チップでの処理状態まで考慮してマイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップの制御を行うことができる。マイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップがそれぞれ取り外しできるので、用途によってはいずれかを繰り返し使用することも可能

である。

【0037】

第16の発明は、請求項4または5記載のマイクロポンプを備えた請求項15の試料処理チップであって、処理チップには試料の処理状態を検出する検出手段が設けられ、該処理状態が所定の範囲を外れているときに制御部が反応開始部の制御を中断することを特徴とする試料処理チップであり、処理チップでの処理状態に異常が発生しているときに、制御部は反応剤の反応を止めて処理を停止することができる。

【0038】

第17の発明は、流路制御チップと処理チップの少なくとも一方には試料の流れの状態及び／または試料の圧力及び／または反応剤が発生したガスの圧力を検出する検出手段が設けられ、該検出手段が検出した信号に基づいて制御部が反応開始部の制御を行うことを特徴とする請求項15または16に記載の試料処理チップであり、流路制御チップと処理チップの少なくとも一方で流速もしくは圧力を検出して搬送する試料の流量を得ることができ、流路制御チップ及び処理チップの少なくとも一方の流量状態でマイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップの制御を高精度に行うことができる。

【0039】

第18の発明は、流れの状態を検出する検出手段が、光学的手段または振動検出手段または流体フローセンサであることを特徴とする請求項17記載の試料処理チップであり、流速を簡単に検出できる。

【0040】

第19の発明は、圧力を検出する検出手段が、圧力センサであることを特徴とする請求項17記載の試料処理チップであり、圧力を簡単に検出できる。

【0041】

第20の発明は、検出手段が着脱自在であることをと特徴とする請求項16～19のいずれかに記載の試料処理チップであり、検出手段を繰り返し使用でき経済的である。

【0042】



第21の発明は、流路制御チップと処理チップとが1個のチップに構成されたことを特徴とする請求項15～20のいずれかに記載の試料処理チップであり、流体制御チップと処理チップが1個のチップとなるから、コンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。

【0043】

第22の発明は、マイクロポンプと流路制御チップとが1個のチップに構成されたことを特徴とする請求項15～20のいずれかに記載の試料処理チップであり、マイクロポンプと流体制御チップが1個のチップとなるから、コンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。

【0044】

第23の発明は、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップとが1個のチップに構成されたことを特徴とする請求項15～20のいずれかに記載の試料処理チップであり、マイクロポンプと流路制御チップと処理チップが1個のチップとなるから、更にコンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。

【0045】

第24の発明は、所定の試料を処理する処理チップを装着するとき、記憶部に格納された所定の試料の制御データを目標値として読み出し、目標値に従って反応開始部を制御することを特徴とする請求項13～23のいずれかに記載の試料処理チップであり、試料の異なった処理チップを装着するときには、それぞれの試料の処理チップである旨の制御データを読み出して目標値とし、これに従って制御するから制御性が上がり、制御が容易である。

【0046】

第25の発明は、請求項14のマイクロポンプを備えた試料処理チップであって、定圧チャンバがポンプ構造材の表面に開口を形成されるとともにポンプ構造材に取り付けられる構造体を分離したときマイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする試料処理チップであり、ポンプ構造材と構造体を分離したとき、定圧チャンバの開口が露出するため、高圧ガスがこの開口から放出され、安全性を向上させることができる。

【0047】

第26の発明は、ポンプ構造材とポンプ構造材に取り付けられる構造体はシール材をその間に挟んで装着されており、シール材の表面に弾性リブが設けられ、構造体を分離したときマイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする請求項25記載の試料処理チップであり、弾性リブの弾力によって内部のガスを円滑にリリースできる。

【0048】

第27の発明は、ポンプ構造材とポンプ構造材に取り付けられる構造体はシール材をその間に挟んで装着されており、ポンプ構造材の表面にリブが設けられ、構造体を分離したときマイクロポンプの内圧が減圧することを特徴とする請求項25記載の試料処理チップであり、リブとシール材の間の弾力によって内部のガスを円滑にリリースできる。

【0049】

以下、本発明の実施の形態について、図1～図6を用いて説明する。

【0050】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプと試料処理チップについて説明する。図1(a)は本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプの分解説明図、図1(b)は(a)のマイクロポンプのX-X断面図、図2(a)は本発明の実施の形態1のマイクロポンプを積層した試料処理チップの分解斜視図、図2(b)は(a)の試料処理チップを構成する流路制御チップの拡大一部破碎図、図3は本発明の実施の形態1のマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの制御装置を示す図である。

【0051】

図1(a)、(b)において、1は化学反応して高圧ガスを発生させこのガスの圧力で連通する他のチップのリザーバに収容された試料Mを送ることができるマイクロポンプ、2はマイクロポンプ1の第1構造材、2aは第1構造材2に形成された凹部、3はマイクロポンプ1の第2構造材、3aは第2構造材3に形成された凹部である。4は凹部2a、3a内に収容され化学反応を起こすことによってガスを発生させる反応剤、5は反応剤4に熱や圧力を加えて反応を開始した

り中断、停止させる反応開始部である。反応開始部 5 は、反応温度にもよるが、発熱体で加熱するのが制御が容易でマイクロマシンに最も好適である。このほか、圧力を加えることで反応を開始させるもの等でもよい。6 は凹部 2 a, 3 a が形成する反応チャンバ、7 は反応チャンバ 6 から反応した高圧のガスを他のチップに導くためのチャンネル、8 はチャンネル 7 の端部に設けられ他のチップと接続するための連通孔（本発明の吐出口）である。

#### 【0052】

第 1 構造材 2 は反応剤 4 を反応チャンバ 6 内に収容するシート状、薄板状の上ケーシングであり、同様に第 2 構造材 3 は反応チャンバ 6 内に収容するシート状、薄板状の下ケーシングである。第 1 構造材 2, 第 2 構造材 3 は金属, セラミック, ガラス, 樹脂等から構成され、厚さは数十  $\mu\text{m}$  ~ 数  $\text{mm}$  である。反応チャンバ 6 を構成する凹部 2 a, 3 a やチャンネル 7、連通孔 8 等の各細部を加工する方法としては、エッチング、機械加工、レーザ加工、プラズマ加工、印刷あるいは光造形等が適当である。

#### 【0053】

化学反応してガスを発生する反応剤 4 には様々な材料があるが、アジ化ナトリウム、テトラゾール類、重曹等が望ましい。アジ化ナトリウムとテトラゾール類は、150℃以上を加えたとき反応し、 $\text{N}_2$ ガスを発生し、重曹は100℃以上を加えたとき反応して、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ ガスを発生する。このように $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ ガス等の不活性ガスを発生させるため、人体や環境に影響を与えることもなく、試料 M にも影響せず、マイクロポンプ 1 として安全性の高いものとなる。また、反応剤 4 として、テトラゾール類、重曹等の非汚染薬剤を用いることにより、廃棄時等においても安全性が高いマイクロポンプ 1 を実現できる。

#### 【0054】

このように実施の形態 1 のマイクロポンプ 1 は、各構造材と反応剤 4 と反応開始部 5 を積層することにより、反応剤 4 と反応開始部 5 の位置を正確に対応させることができ、これによって微小領域で直接的に制御可能になり、反応速度が高速化され、応答性のよいマイクロポンプ 1 を実現できる。また、薄板状の構造材を積層した構成であるため、マイクロポンプ 1 はチップ構造となり、他のチップ

と組み合わせられて、多様な用途のための試料処理チップを構成することが可能になる。

#### 【0055】

次に、流路制御チップ、反応検出チップ等の他のチップモジュールとマイクロポンプ1を組み合わせた試料処理チップについて説明する。図2(a), (b)において、1aは反応開始部5を除いたマイクロポンプ本体を構成するポンプチップ(本発明のポンプ構造材)、12はポンプチップ1aを積層するとき間に介在させるシール材、12aは連通孔8と接続される開口、13はマイクロポンプ1から送られた反応ガスによって試料Mを吐出するとき流れの制御を行うための流路制御チップ、14は流路制御チップ13が積層される反応検出チップ(本発明の処理チップ)である。なお、流路制御チップ13と反応検出チップ14は1枚のチップとすることもできる。

#### 【0056】

そして、ポンプチップ1aと流路制御チップ13とで流路制御ユニットとしての1チップを構成し、これを反応検出チップ14上で積層して、全体として2チップの積層した試料処理チップとすることもできる。また、ポンプチップ1aと流路制御チップ13を1枚のチップとすることもできるし、さらに、ポンプチップ1aと流路制御チップ13と反応検出チップ14を1チップにした完全な1チップの試料処理チップとすることもできる。但し、反応開始部5はこのチップとは別体とするのがよい。さらに、反応開始部5はこのチップから着脱可能として、例えば試料処理チップが搭載される分析装置(図示されない)側に設置することで、繰り返し利用することができる。

#### 【0057】

そこでこの流路制御チップ13について説明する。15は、流路制御チップ13に設けられ、振動を加えたときの弁体の慣性、及びV字状の内壁面からの反力、さらに供給される流体の圧力とにより開閉されるマイクロバルブである。16はこのマイクロバルブ15の弁体、17はバルブチャンバ、17aは弁体16と係合して流れを遮断したり通過させるV字状の弁座、18はマイクロバルブ15に接続されたチャンネルである。19は開口12aと連通孔8に接続され試料Mを

充填するリザーバ、20はマイクロバルブ1の弁体16に対して流れと直交する方向から加振するための圧電素子である。

#### 【0058】

次に反応検出チップ14の説明をすると、21は測定のための各種センサ39c（後述する）が設けられた検出部、22は所定の流体回路に構成された反応部である。なお、本実施の形態1においてはマイクロバルブ15を説明するが、これは本発明の好ましいいくつかの実施の形態を示しているにすぎず、これに限られないのは当然であり、ダイヤフラムバルブやその他の微小構造が可能な流路制御方法を用いることも可能である。

#### 【0059】

これらのチップにおいて、チャネル18や検出部21のチャネル幅は数 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ であり、バルブチャンバ17の幅はこれより大きいが概ねこれと同じオーダーであり、弁体長はチャネル幅の2～10倍程度である。また、マイクロバルブ15において、リザーバ19側からの圧力（背圧）があると、弁体16は弁座17aとクサビ効果によりガタつかず嵌合することができる。すなわち、傾斜面に対して背圧の方向から力を加えることで、テコの原理により増力されるためである。

#### 【0060】

続いて、以上説明したマイクロポンプ1とそれを積層した試料処理チップの制御装置について説明する。図3において、20aは圧電素子20を構成するPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）等の圧電層、20bは圧電層20aに電圧を印加する電極シートである。圧電層20aを挟んで対向している電極シート20bの一方は接地され、他方に制御のための所定駆動周波数の電圧が加えられる。

#### 【0061】

29は実施の形態1のマイクロポンプ1と試料処理チップ全体の制御を行う制御装置、30はマイクロポンプ1の反応開始部5を作動させる反応駆動部、31は制御装置のシステム全体を制御する中央制御部（本発明の制御部）、32は電源部である。33は電源部32から供給される電流や電圧の周波数や振幅を変化させたり、波形を整形したりする波形制御部、34はこの波形制御部33で行う

波形の整形に対して外部から制御動作ごとに指定して制御することができる入力部、35は波形制御部33で整形されたアナログ制御信号の振幅を制御するアンプである。アンプ35からの駆動電流が正負に変化することで、圧電素子20が膨張と伸縮を繰返すことが可能になる。

#### 【0062】

36はディスプレイ（図示しない）に表示を行う表示部、37はD/A変換器、38は中央制御部31のための制御プログラムやデータを格納した記憶部、38aは反応駆動部30への給電タイミングやマイクロバルブ1aの制御動作ごとに制御データが格納された制御テーブルである。

#### 【0063】

39aはチャンネル7に設けられた圧力センサ、39bはマイクロバルブ15の弁座17a近傍のチャンネル18に設けられた振動検出センサ、39cは検出部33に設けられた各種センサである。なお、中央制御部31は中央処理装置（CPU）に記憶部38から制御プログラムを読み出して動作する機能実現手段として構成される。従って、中央制御部31と入力部34、表示部36、記憶部38、制御テーブル38aを反応駆動部30やバルブ制御装置と分けてパソコン等で構成することもできる。この場合反応駆動部30やバルブ制御装置は着脱自在となる。そして、バルブ制御装置からの駆動出力はアナログ信号であるのに対して、中央制御部31からの制御信号は専らデジタル信号であるため、途中でD/A変換の必要がある。できるだけ中央制御部31側でデジタル処理し、アナログ処理を簡単にするのが好ましい。また制御装置29は、ポンプチップ1aや流路制御チップ13や反応検出チップ14を交換するときには、繰返し利用されるのは明らかである。

#### 【0064】

実施の形態1の制御装置29でマイクロポンプ1と流路制御チップ13、さらに反応検出チップ14を制御するときの制御方法について図3に基づいて説明する。まず、マイクロポンプ1を制御するときの説明を行う。ディスプレイ（図示しない）上に試料処理チップ一覧を表示させ、必要な設定を入力部34から行う。試料処理チップが異なれば試料Mもそれぞれ異なるため、どの反応検出チップ

14を装着したかで、反応も処理も異なるからである。試料Mの反応ごと（試料処理チップごと）にマイクロポンプ1の動作、マイクロバルブ15の開度あるいは開閉、検出部21の各種センサ39cの動作がそれぞれ設定される。

#### 【0065】

ディスプレイ上でマイクロポンプ1の動作開始を命じると、中央制御部31は、入力された設定値と共に制御テーブル38aから制御の目標値となる制御データを取り出し、制御を開始する。目標値は一定値に限らず、時間的に変化するものも含まれる。反応駆動部30が動作して電源部32aの電源電圧を所定の電圧に変換して反応開始部5に印加する。実施の形態1の反応開始部5はヒータ等の加熱手段であり、加熱を開始する。所定のタイムラグで反応剤4が反応を開始し、急速に高圧化し、所定の反応ガスがチャンネル7に吐出される。チャンネル7には圧力センサ39aが設けられており、この圧力を検出して中央制御部31にフィードバックする。なお、圧力センサ39aはチャンネル7のほか、反応チャンバ6内等のマイクロポンプ1の流路であれば、どこに設けてもよい。また圧力センサ39aの代えてフローセンサ等他のセンサでもよい。さらには、圧力センサ39aやフローセンサ等は着脱可能に構成することにより、マイクロポンプ1の反応剤4をすべて使用してマイクロポンプ1を交換するときに繰り返し利用できる。目標値となる所定の圧力あるいは所定の流量より小さい場合には、中央制御部31は反応を促進するため反応開始部5の更なる加熱を行う。また、この圧力と流量の目標値を越えたときは、中央制御部31は反応駆動部30に加熱を抑えるよう命じ、さらに所定の閾値を越えたときは加熱を停止させ、反応剤4の発熱を止める。

#### 【0066】

ところで、中央制御部31は反応駆動部30に対して上述の制御を行うとともに、波形制御部33に圧電素子20の駆動を命じる。これにより、圧電素子20が振動し、マイクロバルブ15が開閉し、または開度が増減する。反応ガスの背圧が試料Mに加わるためマイクロバルブ15を開いたときは一挙に開放され、試料Mが弁座17a近傍のチャンネル18に流出する。これを振動検出センサ39bによって2ヶ所で振動変化を検出して流速を検出する。なお、振動検出センサ3

9 b に代えて、発光素子と受光素子からなる光センサでもよいし、圧力を測定する圧力センサでもよいし、流速を測定するフローセンサでもよい。これらのセンサで検出した信号は中央制御部 31 に送られ、雰囲気温度が分かれば液体の流速を算出することができる。なお、算出した流速と目標値との間に差があれば、中央制御部 31 は圧電素子 20 の周波数もしくは振幅を変えて、マイクロバルブ 15 の開度を変更する。なお、振動検出センサ 39 b や他の検出装置は着脱可能に構成することにより、流路制御チップ 13 や反応検出チップ 14 を交換、廃棄するさいにも、繰り返し利用することができるため経済的である。

#### 【0067】

マイクロバルブ 15 から流出した試料 M は、反応検出チップ 14 の検出部 21 に流入する。ここには各種センサ 39 c が設けられており、それぞれ所定の検出が実行される。この試料 M は反応部 22 で所定の反応（本発明の処理）のために供される。ところで、図 2、図 3 においては図示していないが、検出部 21 を反応部 22 の後に設けてもよい。この場合、各種センサ 39 c で処理状態を示す反応生成物を検出する。この場合、各種センサ 39 c は、蛍光反応等を利用して反応生成物の量を光学的強度の変化で検出するものでも、反応生成物の量をインピーダンス変化として検出するものでもよい。

#### 【0068】

なお、圧力センサ 39 a、振動検出センサ 39 b、各種センサ 39 c で検出した圧力や流量の検出信号から、マイクロポンプ 1 の中での反応や反応部 22 での試料 M の反応に異常が発生したと考えられるときは、中央制御部 31 が反応開始部 5 の加熱を直ちに停止し、マイクロバルブ 15 の閉止もしくは開放を行う。例えば、所定の圧力より異常に高圧になった場合にはリリースのためにマイクロバルブ 1 を開放する。所定のタイミングになっても反応が行われない場合や、試料の搬送が起らない場合、反応開始部 5 の加熱を停止し、マイクロバルブ 15 を閉止する。

#### 【0069】

ところで、反応剤 4 から発生するガスの量は、反応剤 4 に加える電力と供給時間の組み合わせでコントロールすることができる。従って、タイマ（図示しない



)で時間を計測しながら、反応開始部5に供給する電力を制御することによりさらに精密な制御が可能になる。

### 【0070】

このように実施の形態1のマイクロポンプと試料処理チップは、制御の目標値を制御テーブル38aに格納しておき、所定の制御を指定すると制御テーブル38aの制御データに従って制御することで、期待する所定の特性を安定して実現できる。さらに吐出圧と流量をフィードバックして制御性を向上させることができる。そして総熱量を電力で制御すると、さらに制御性を向上させることができる。また、流路制御チップ13は、試料Mの検出や反応を行う反応検出チップ14上に積層でき、様々な反応検出チップ14と組み合わせることができるため、多様な用途をもつ試料処理チップを構成することができ、多様な用途ごとにそれぞれ最適の制御を行うことができる。なお、以上説明した実施の形態1の試料処理チップは、1つの試料処理チップに1個のマイクロポンプ1と1個の反応検出流路(流路制御チップ13、反応検出チップ14)を形成したものである。これに対し、1つの試料処理チップに複数の独立したマイクロポンプ1を設けるとともに、複数の独立した反応検出流路を形成することもできる。

### 【0071】

#### (実施の形態2)

続いて、反応剤4を複数回使用できるマイクロポンプと、反応剤4の使用、未使用を認識できる制御装置について説明する。このために実施の形態4のポンプチップは複数個の小反応剤と小反応開始部を設け、メモリICを搭載している。図4(a)～(c)は本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプの反応剤と反応チャンバの説明図、図5(a)は本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプの使用済み反応剤のメモリ部外観図、図5(b)は本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプのメモリ機構の説明図である。

### 【0072】

図4(a)～図5(b)において、4eは小反応剤、5aは小反応開始部、6aは小反応チャンバである。このうち、図4(a)は直列に複数の小反応チャンバ6aを並べ、各小反応チャンバ6aに小反応剤4eを収容した場合である。こ

の場合、リザーバ 19 に接続される連通孔 8 に近い小反応チャンバ 6 a から順に使用される。図 4 (a) では、1 回目が 2 個の小反応剤 4 e を使用し、2 回目には 3 個の小反応剤 4 e を使用している。このように直列に小反応チャンバ 6 a を並べた場合は、使い終わりのとき反応剤のロスが少なくなる。

#### 【0073】

図 4 (b) は 1 回の反応で使用する m 個の小反応剤 4 e を収容する m 個の小反応チャンバ 6 a を直列に並べた直鎖が、n 回分に相当する n 本並列に連通孔 8 に接続された場合である。この場合、1 回の反応で使用される m 個の小反応剤 4 e がまったく同一の状態に並んでいるので、各反応での差が少なく、反応が安定化する。次に、図 4 (c) は 1 本のチャネル 7 から各小反応チャンバ 6 a がそれぞれ別々に分岐された場合であり、(a)、(b) と異なって反応済みの小反応チャンバ 6 a を反応ガスが通過することがないため、反応が安定する。また、図 4 (a) と同様に複数回利用でき、反応剤のロスが少ないのは明らかである。

#### 【0074】

このように、実施の形態 2 の小反応剤 4 e と小反応開始部 5 a とを複数個備えたマイクロポンプ 1 は、反応剤 4 のサイズを小型化することにより反応速度が高速になり、応答性を高めることができる。すなわち、小反応開始部 5 a を作用させると、小反応剤 4 e が一挙に反応し、発生ガスの圧力がシャープな立ち上がりを示して一挙に目標圧力に到達することができる。小反応剤 4 e が複数個設けられているからポンプチップ 1 a を 1 回ごとに使い捨てせずに複数回使用できる。そして、圧力制御も小反応剤 4 e の個数と配置に基づいて行えばよく、制御が容易になる。

#### 【0075】

ところで複数の小反応剤 4 e を設けた場合、未使用の小反応剤 4 e か、使用済みの小反応剤 4 e か、が認識されないと効果的な利用ができない。図 5 (a)、(b) において、40 は小反応剤 4 e の使用済みのアドレスを記録するメモリ IC、41 はメモリ IC 40 からの出力を行うための入出力ポートや電源を供給するための電極等の電極ポート部、42 は小反応剤 4 e の近傍に設けられ、各小反応剤 4 e と一義的に対応付けられた抵抗体（本発明のメモリ入力要素手段）、4

3は各小反応チャンバ6aに設けられ、小反応剤4eが反応してガス化したときガスだけを通過させるためのフィルタである。なお、フィルタ43を選ぶことにより液体を小反応剤4eとして使うこともできる。

#### 【0076】

この抵抗体42はこれが構成する抵抗体アレイにプルアップ電圧（図示しない）が加えられており、小反応開始部5aを加熱することにより小反応剤4eの反応が誘発されると、この発熱で特定位置の抵抗体42が断線する。この断線によってON信号が発生し、メモリIC40に送られる。この抵抗体42の設置個所は、図4（d）のように小反応開始部5aと小反応剤4eの間にするのがよい。この場合、抵抗体42が小反応剤4eより先に加熱されるために、抵抗体42は確実に断線するからである。このほか、抵抗体42に小反応開始部5aに通電する電流の一部、もしくは別回路からの電流を流し、断線させるのでもよい。この場合、小反応剤4eの反応開始手段が加熱によらない、もしくは小反応剤4eの反応が発熱を伴わない反応の場合でもよい。また、小反応剤4eに通電して導通するか否か、あるいは抵抗値、誘電率を測定するのでもよい。

#### 【0077】

断線によるON信号はA/D変換されてメモリIC40に入力され、断線と対応した位置の小反応剤4eの使用状態を示すフラグが未使用から使用済みに変更されて記録される。中央制御部31が電極ポート部41からアクセスすると、未使用と使用済みの小反応剤4eがそれぞれ出力できる。これにより、どの小反応剤4eが使用できるかの判断が容易に行える。また、ポンプチップ1aを流路制御チップ13と中央制御部31に接続したとき、またはマイクロポンプ1を使用中に小反応剤4eを使い切ったときには、メモリIC40から使用終了通知を中央制御部31に通知し、利便性を向上させることができる。さらに、メモリIC40は安価であり、ポンプチップ1aにメモリIC40を搭載しても安価で済み、チップごとに交換すれば、マイクロポンプ1を実装するだけで小反応剤4eの管理がきわめて容易になる。なお、ポンプチップ1aを交換するとき等のメモリIC40に電源が供給されないときには、メモリIC40にフラッシュメモリ等の不揮発メモリやワンタイム書き込みメモリ等を使うのがよい。ところで、本実

施の形態 2 ではメモリ IC 40 と抗体 42 を組み合わせて小反応剤 4e の使用状態を管理した場合について説明したが、簡易的には、メモリ IC 40 のみを使用して、使用済みの小反応剤 4e の使用済みのアドレスを記録することでも使用未使用の認識が可能である。また、抗体 42 のみを使用して、マイクロポンプ 1 を実装するときに、各抗体 42 を電氣的にスキャンすることで、使用未使用の認識が可能であり、電源が無くても使用未使用の情報を保持することができる。

### 【0078】

#### (実施の形態 3)

次に、反応ガスの圧力を定圧化できるマイクロポンプ 1 と、使用後等に試料処理チップを分解したとき高圧ガスが噴出するのを防止できるマイクロポンプ 1 について説明する。図 6 (a) は本発明の実施の形態 3 における第 1 の定圧構成の説明図、図 6 (b) は本発明の実施の形態 3 における第 2 の定圧構成の説明図、図 6 (c) は本発明の実施の形態 3 における第 1 の減圧構成の説明図、図 6 (d) は本発明の実施の形態 3 における第 2 の減圧構成の説明図である。

### 【0079】

マイクロポンプ 1 を圧力制御するとき、多くの場合、試料 M を一定圧力でポンプするのが望ましい。実施の形態 1 で説明したように、中央制御部 31 によって反応開始部 5 を制御し、定圧制御することは可能である。しかし、化学反応であるだけにリアルタイムに圧力制御するのは難しく、構造的に定圧化できれば圧力制御の負担が軽くなる。実施の形態 3 はこのための構成である。図 6 (a), (b) において、45 はフッ素樹脂や多孔質材料から構成されたガス透過膜、46 はチャンネル 7 の容積と比較して十分に大きな容積に形成された定圧チャンバである。ポンプチップ 1a は流路制御チップ 13、あるいは流路制御チップ 13 と反応検出チップ 14 が一体化されたチップに積層されている。

### 【0080】

図 6 (a) に示すように、ガス透過膜 45 の材料と厚さを選択することで、チャンネル 7 内部の高圧ガスをリリースする限界値を設定することが可能である。このガス透過膜 45 を設けることにより、所定圧力になると内部の反応ガスが通過

して、一定圧力に保つことができる。また、図6 (b) に示す定圧チャンバ46を設けておけば、試料Mを搬送するのに伴いガスが膨張しても圧力変動を微小に抑えることができるので、正確な搬送制御が可能なポンプ特性を実現できる。さらに、急激に上昇した圧力を緩和することができるので、試料Mの搬送という面からは十分定圧を作用させるポンプ特性を実現できる。

#### 【0081】

このように、ガス透過膜45及び／または定圧チャンバ46を設け、場合によってはさらに中央制御部31によって反応剤4の反応量を制御することにより、より正確な定圧制御を行うことができる。

#### 【0082】

続いて、試料処理チップ使用後等にチップを分解したり、反応を緊急停止したときに高圧ガスが噴出するのを防止できるマイクロポンプ1について説明する。チップ使用後あるいは緊急停止時に試料処理チップを分解するとき、マイクロポンプ1や流路制御チップ13（本発明の構造体）、反応検出チップ14の内部にはまだ高圧の反応ガスが充満している。そこで、実施の形態3のマイクロポンプ1は分解時に減圧して放出できる構造となっている。

#### 【0083】

図6 (c), (d) において、47は弾性材料から構成されたシール材、47aはシール材47に設けられた弾性リブである。図6 (c) に示したマイクロポンプ1は、十分大きな容積をもつ定圧チャンバ46が形成されており、加えて定圧チャンバ46の一方側が大きく開けられた開放構造となっている。

#### 【0084】

このポンプチップ1aは、流路制御チップ13もしくは流路制御チップ13と反応検出チップ14とを一体化したチップと積層するときには、シール材47を介して装着され、このシール材47によって通常のガス圧に対しては機密性を確保している。しかし、異常な反応等により緊急停止せざるを得ないような場合に、ポンプチップ1aを流路制御チップ13等と分解すると、定圧チャンバ46の一方側の大きな開口と連通孔8とから反応ガスが放出され、連通孔8だけから噴出させた場合の噴出速度を低減できる。これによって試料処理チップを分解した

ときの高圧のガスに対する安全性を高めることが可能になる。

#### 【0085】

また、図6（d）の弾性リブ47aを設けた場合、異常な反応等により緊急停止せざるを得ないような場合に、ポンプチップ1aを分解するとき定圧チャンバ46の一方側の大きな開口が弾性リブ47aの弾力によって徐々に開放され、高圧ガスを徐々に流出させることができる。これによって試料処理チップを分解したときに高圧高温ガスは徐々にリリースされ、高圧高温の反応ガスを放出することができる。図6（d）の弾性リブ47aはシール材47に一体成形されているが、ポンプチップ1a側にリブを設けてもまったく同様である。弾性リブ47aの設置数は弾力との関係で適宜設ければよく、その高さは一定としない方が内部のガスをより円滑にリリースできる。高さを一定とする場合は、均一な弾力で試料処理チップのシールが容易となる。

#### 【0086】

##### 【発明の効果】

本発明のマイクロポンプによれば、検出手段がガスの圧力または流速を検出し所定の目標値に近づけるようにフィードバック制御するため、圧力と流速が所定の安定した特性を有するように制御でき、反応開始部と反応剤が積層化され、微小構造であるためガスの発生反応が高速に行え、応答性に優れ、搬送力が大きく、薄型化できるため他のチップに積層し組み立てるのが容易であり、反応開始部は別体として積層するから繰り返し利用できる。

#### 【0087】

圧力センサもしくはフローセンサで圧力もしくは流速を簡単に検出できる。

#### 【0088】

検出手段や制御部が着脱自在であるため、検出手段や制御部が繰り返し使用でき経済的である。

#### 【0089】

記憶部に格納された所定のプロセスの制御データに従って所定の圧力または流速（目標値）となるように反応剤を反応させることができる。

#### 【0090】

反応開始部に供給する電力や供給時間により、反応剤に加える総発熱量を制御することで、所定のプロセスの制御データに従って所定の圧力または流速（目標値）となるように反応剤を反応させることができる。

#### 【0091】

反応剤と反応開始部の少なくとも一方が小反応剤もしくは小反応開始部にて構成されているため、反応速度が高速となり制御性が高くなり、応答性を高めることができる。

#### 【0092】

ポンプ構造材には少なくとも1つ以上のメモリ入力要素手段が設けられ、各小反応剤の使用によってメモリ入力要素手段のON信号が入力されるメモリICを備えたから、どの反応剤が使用できるかの判断が容易に行え、反応剤を使い切ったときには、メモリICから中央制御部に通知し、利便性を向上させることができる。さらに、メモリは安価であり、ポンプ構造材上にメモリICを搭載しても安価で済み、反応剤の管理がきわめて容易になる。

#### 【0093】

メモリ入力要素手段が、反応剤の反応熱で抵抗体を断線させる手段であるため反応剤の使用情報が確実なものとなる。メモリ入力要素手段が、反応剤の反応のために印加する熱で抵抗体を断線させる手段であるため反応剤の使用情報が確実なものとなる。

#### 【0094】

反応剤と電極によって構成されたメモリ入力要素手段の通電可能性もしくは抵抗値または誘電率で反応剤の使用情報を検出するので、構成が簡単で、低価格化でき、検出が容易である。

#### 【0095】

メモリICはポンプ構造材上に設けられ、制御部に接続されると反応剤の使用未使用情報を出力するため、マイクロポンプ上に反応剤の使用未使用情報を付加することができ、マイクロポンプ毎の反応剤の管理がきわめて容易になる。

#### 【0096】

流路内からガスを通過させるガス透過膜が設けられたから、ポンプ構造材を大

きくすることなく、内部を流れるガスの圧力を定圧化することができる。

【0097】

定圧チャンバが設けられたため、所定の容量の空間を形成するだけで、ガスの流れによるガスの容積変化が発生しても、きわめて容易に内部を流れるガスの圧力を定圧化することができる。

【0098】

本発明の試料処理チップによれば、試料を処理する処理チップでの処理状態まで考慮してマイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップの制御を行うことができる。マイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップがそれぞれ取り外しできるので、用途によってはいずれかを繰り返し使用することも可能である。

【0099】

処理チップには試料の処理状態を検出する検出手段が設けられたから、処理チップでの処理状態に異常が発生しているときに、制御部は反応剤の反応を止めて処理を停止することができる。

【0100】

流れの状態及び／または圧力を検出する検出手段により、流路制御チップと処理チップの少なくとも一方で流速もしくは圧力を検出して搬送する試料の流量を得ることができ、流路制御チップ及び処理チップの少なくとも一方の流量状態でマイクロポンプ、流路制御チップ、処理チップの制御を高精度に行うことができる。

【0101】

流れの状態を検出する検出手段が、光学的手段または振動検出手段または流体フローセンサであるため、流速を簡単に検出できる。圧力を検出する検出手段が圧力センサであるから、圧力を簡単に検出できる。流れの状態や圧力を検出する検出手段が着脱自在であるため、検出手段を繰り返し使用でき経済的である。

【0102】

流体制御チップと処理チップが1個のチップとなるから、コンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。マイクロポンプと流体制御チップが1個のチップとなるから、コンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。マイクロポンプと流



路制御チップと処理チップが1個のチップとなるから、更にコンパクト化、薄型化でき、加工も容易である。

【0103】

試料の異なった処理チップを装着するときには、それぞれの試料の処理チップである旨の制御データを記憶部より読み出して目標値とし、これに従って制御するから制御性が上がり、制御が容易である。

【0104】

ポンプ構造材と構造体を分離したとき、定圧チャンバの開口が露出するため、高圧ガスがこの開口から放出され、安全性を向上させることができる。

【0105】

シール材の表面に弾性リブが設けられているため、ポンプ構造材と構造体を分離したとき、弾性リブの弾力によって内部のガスを円滑にリリースできる。ポンプ構造材の表面にリブが設けられているため、ポンプ構造材と構造体を分離したとき、リブとシール材の間の弾力によって内部のガスを円滑にリリースできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

- (a) 本発明の実施の形態1におけるマイクロポンプの分解説明図
- (b) (a)のマイクロポンプのX-X断面図

【図2】

- (a) 本発明の実施の形態1のマイクロポンプを積層した試料処理チップの分解斜視図
- (b) (a)の試料処理チップを構成する流路制御チップの拡大一部破碎図

【図3】

本発明の実施の形態1のマイクロポンプとそれを積層した試料処理チップの制御装置を示す図

【図4】

(a)～(c) 本発明の実施の形態2におけるマイクロポンプの反応剤と反応チャンバの説明図

【図5】

(a) 本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプの使用済み反応剤のメモリ部外観図

(b) 本発明の実施の形態 2 におけるマイクロポンプのメモリ機構の説明図

【図 6】

(a) 本発明の実施の形態 3 における第 1 の定圧構成の説明図

(b) 本発明の実施の形態 3 における第 2 の定圧構成の説明図

(c) 本発明の実施の形態 3 における第 1 の減圧構成の説明図

(d) 本発明の実施の形態 3 における第 2 の減圧構成の説明図

【図 7】

従来のマイクロポンプの構成図

【図 8】

従来の電気化学セル駆動ポンプの構成図

【符号の説明】

- 1 マイクロポンプ
- 1 a ポンプチップ
- 1 b 流路制御ユニットチップ
- 1 c 吸引マイクロポンプ
- 2 第 1 構造材
- 2 a, 3 a 凹部
- 3 第 2 構造材
- 4 反応剤
- 4 e 小反応剤
- 5 反応開始部
- 5 a 小反応開始部
- 6 反応チャンバ
- 6 a 小反応チャンバ
- 7 チャンネル
- 8 連通孔
- 12 シール材

- 13 流路制御チップ
- 14 反応検出チップ
- 15 マイクロバルブ
- 15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub>, 15<sub>3</sub> マイクロバルブ機構
- 16 弁体
- 17 バルブチャンバ
- 17a 弁座
- 18 チャンネル
- 19, 19<sub>1</sub>, 19<sub>2</sub>, 19<sub>3</sub> リザーバ
- 20 圧電素子
- 20a 圧電層
- 20b 電極シート
- 29 制御装置
- 30 反応駆動部
- 31 中央制御部（本発明の制御部）
- 32 電源部
- 33 波形制御部
- 34 入力部
- 35 アンプ
- 36 表示部
- 37 D/A変換器
- 38 記憶部
- 38a 制御テーブル
- 39 小反応チャンバ
- 39a 圧力センサ
- 39b 振動検出センサ
- 39c 各種センサ
- 40 メモリIC
- 41 電極ポート部

4 2 小抵抗

4 3 フィルタ

4 5 ガス透過膜

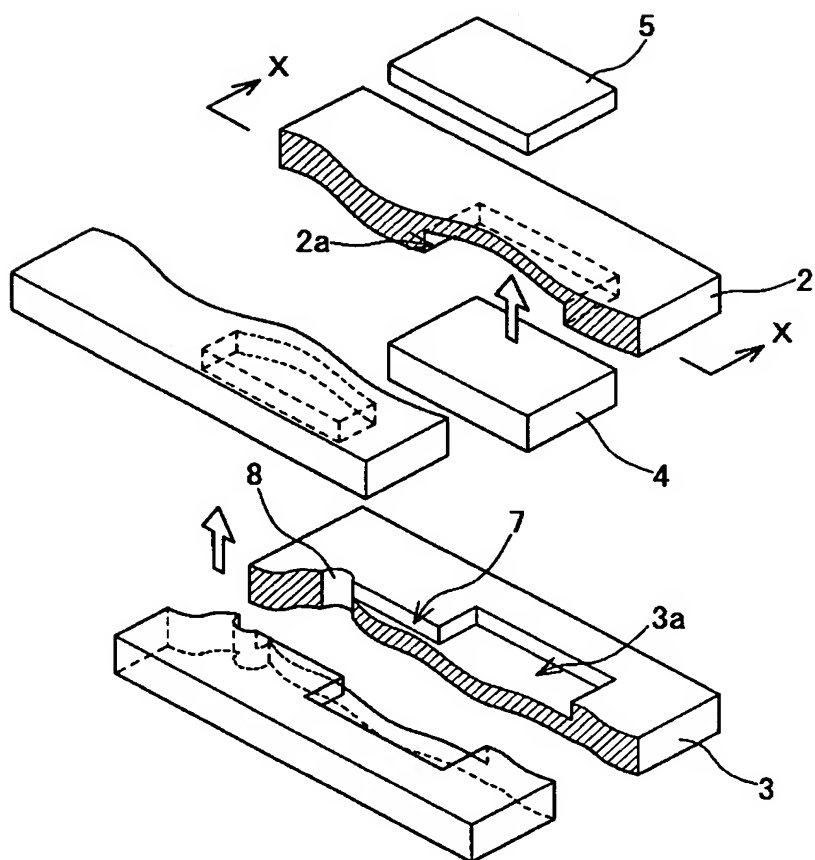
4 6 定圧チャンバ

4 7 シール材

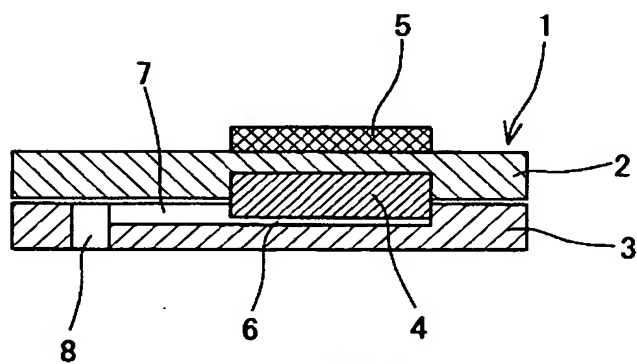
4 7 a 弾性リブ

【書類名】 図面

【図 1】



(a)

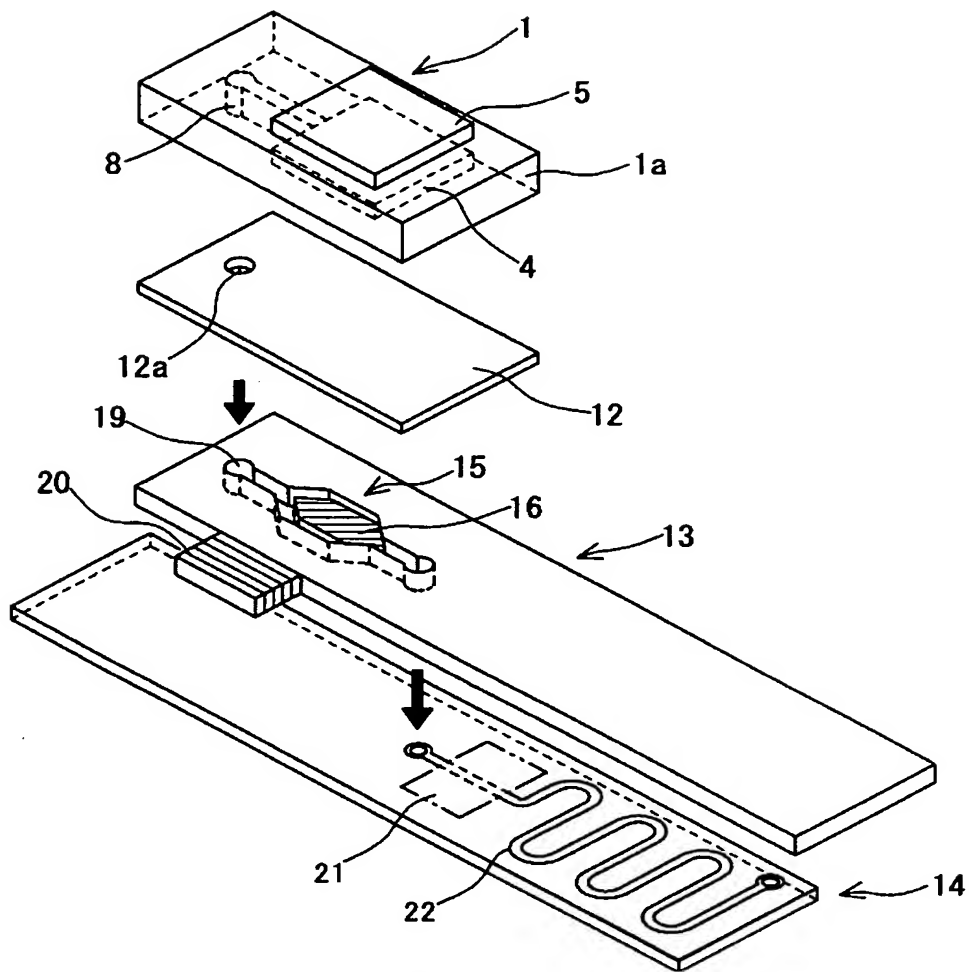


X-X断面

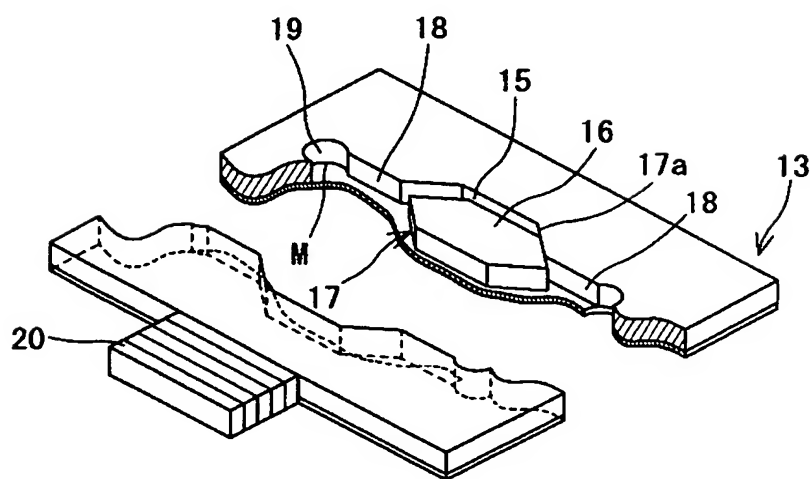
(b)

BEST AVAILABLE COPY

【図 2】



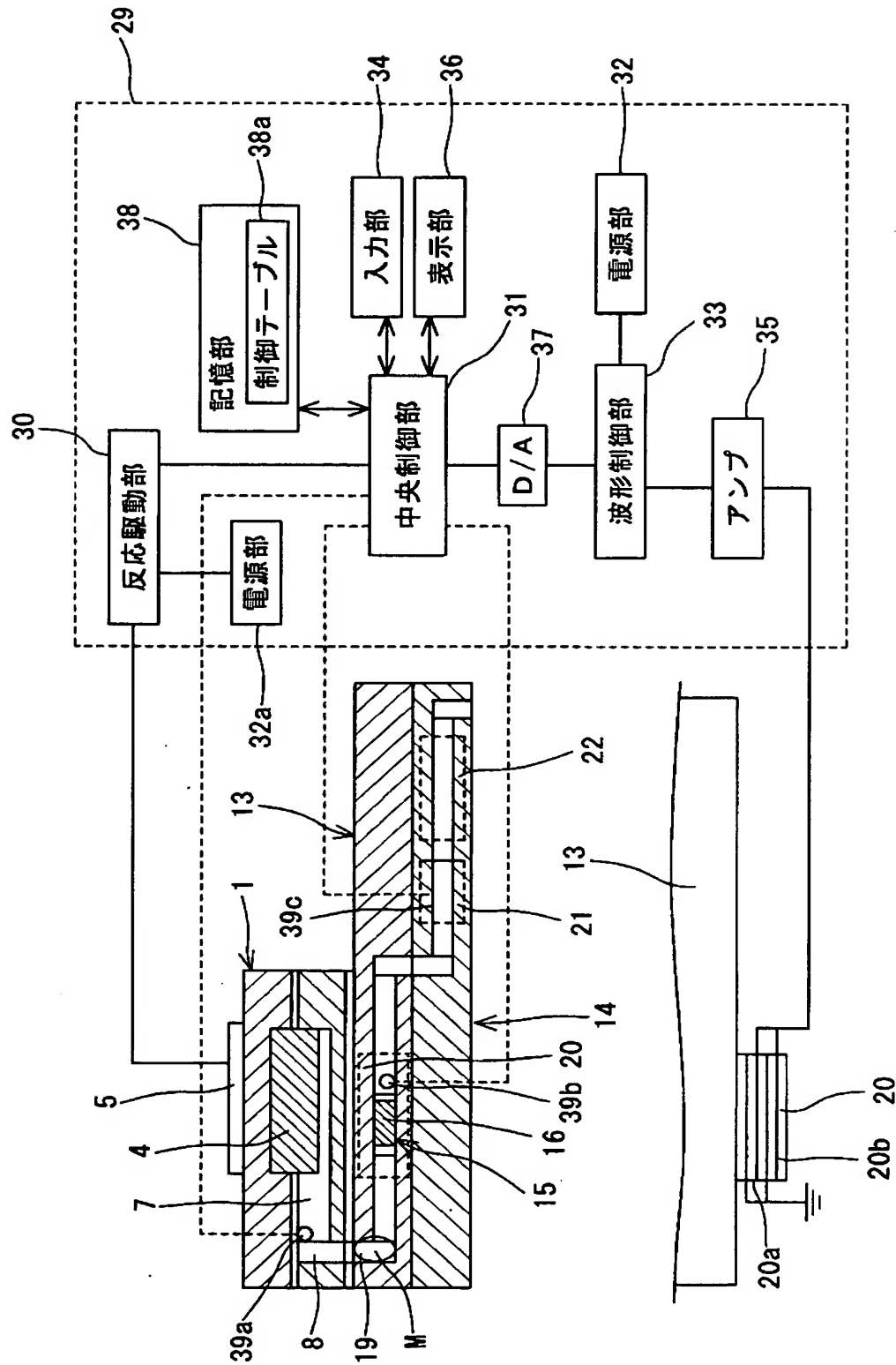
(a)



(b)

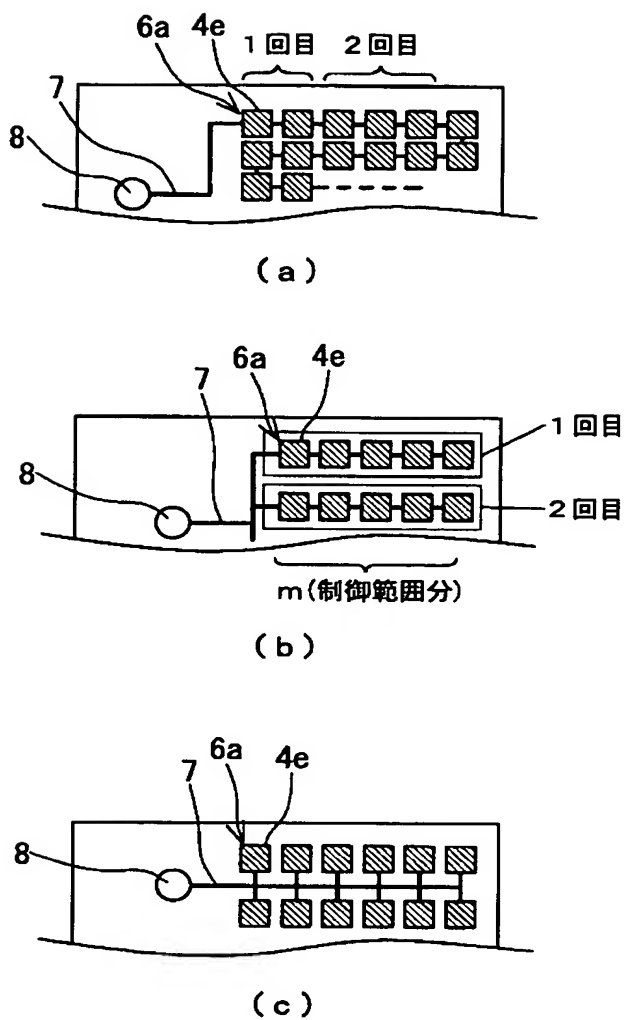
BEST AVAILABLE COPY

【図 3】



BEST AVAILABLE COPY

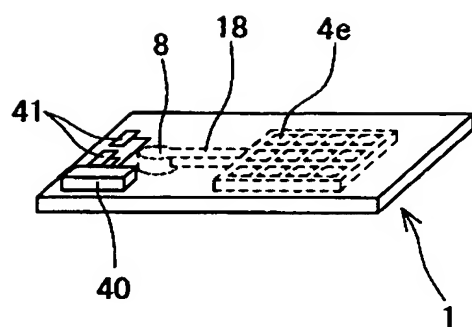
【図 4】



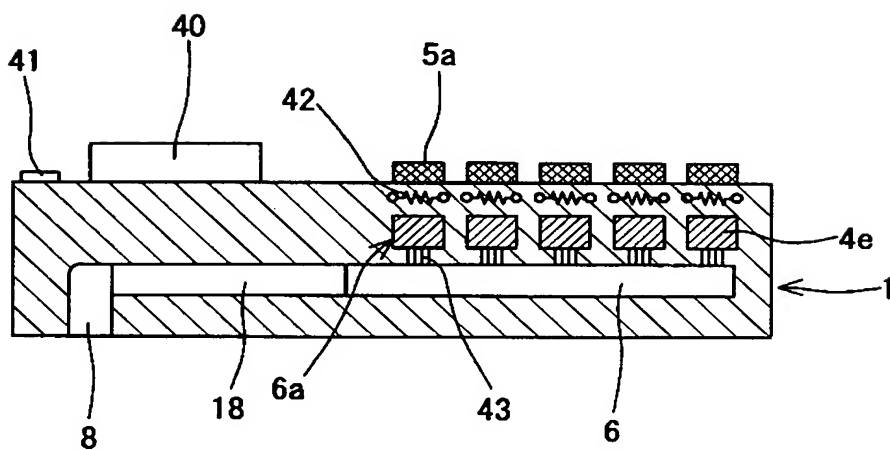
BEST AVAILABLE COPY



【図 5】



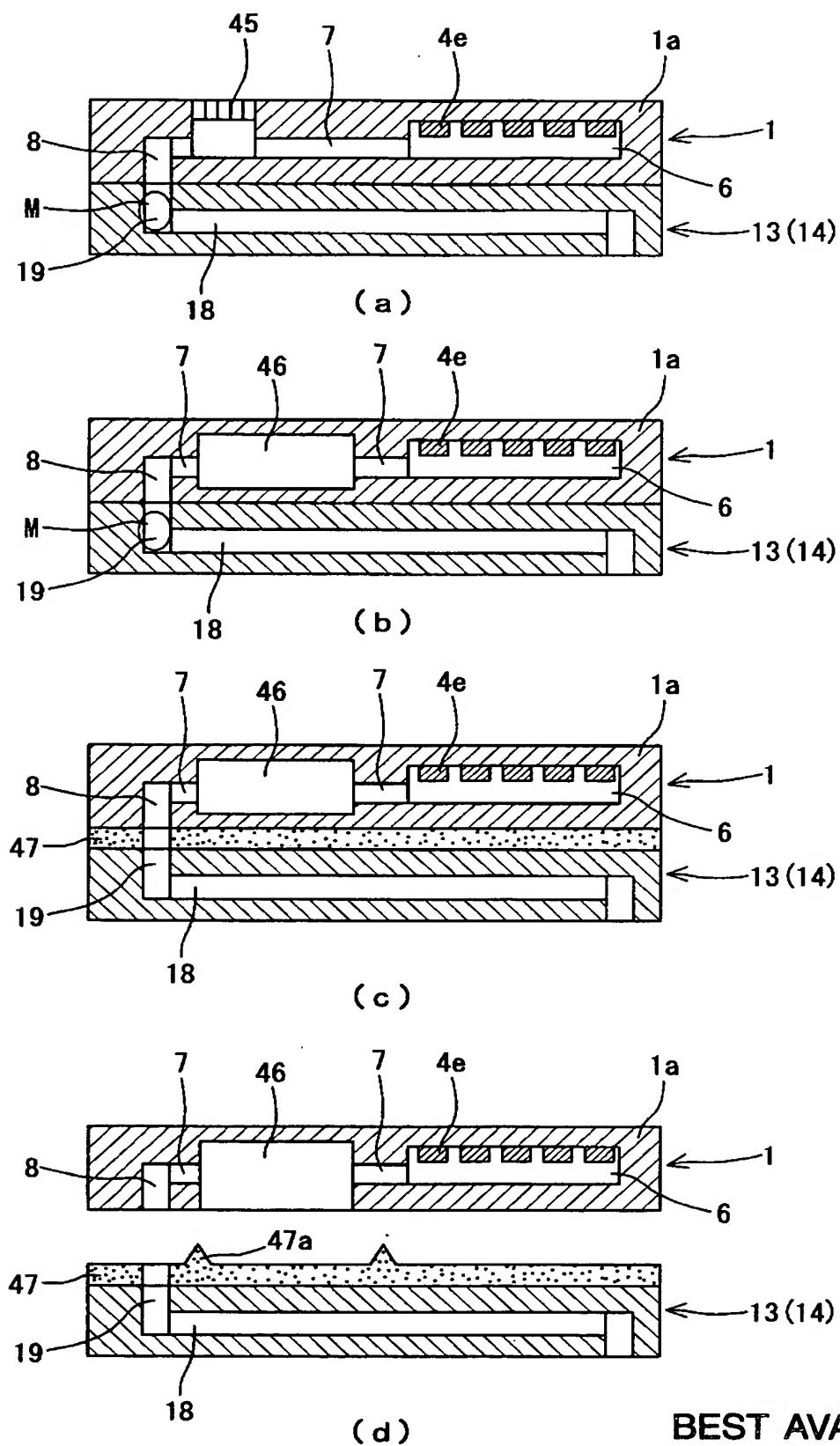
(a)



(b)

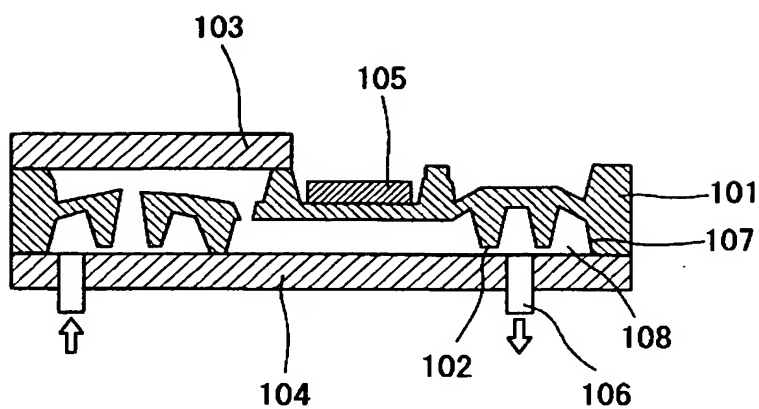
BEST AVAILABLE COPY

【図 6】

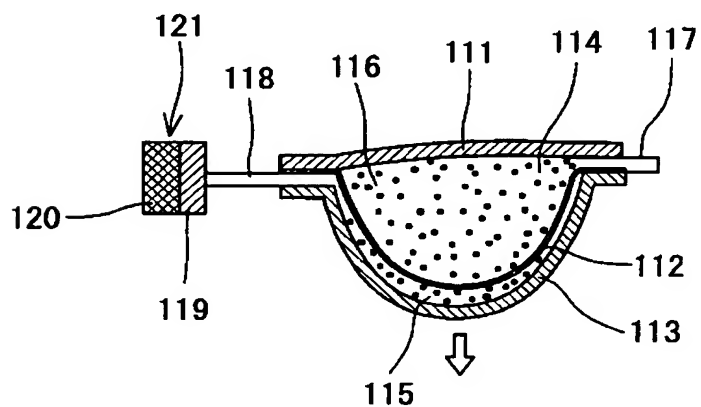


BEST AVAILABLE COPY

【図 7】



【図 8】



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、微小構造でチップモジュール化することができ、制御が容易で所定の特性を安定して実現でき、搬送力、応答性に優れ、薄型化、繰返し利用できるマイクロポンプと試料処理チップを提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のマイクロポンプと試料処理チップは、反応チャンバ6に收容され所定圧力のガスを発生する反応剤4と、反応剤4にガスを発生させる反応開始部5と、ポンプチップ1aに設けられ、発生したガスを反応チャンバ6から連通孔8に導くチャネル7と、反応開始部5の動作を制御する制御部とを備え、発生したガスが流れる流路には、ガスの圧力を検出する圧力センサ39aが設けられ、圧力センサ39aが検出した信号が中央制御部31に送られ、中央制御部31が反応開始部5を信号に基づいて圧力を所定の目標値に近づけるように制御するように構成したものである。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 3 - 0 0 0 9 4 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社